

Chemical Emergency Medical Guideline

Informationen und Empfehlungen für medizinisches Personal

Salpetersäure

CAS-Nr.: 7697-37-2

GHS-Symbole:



GHS05
Ätzwirkung



GHS06
Akute Toxizität

Signalwort: Gefahr

Gefahrenhinweis:

H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.

Kurzinformation

- Ein Patient, der selbst oder dessen Kleidung mit Salpetersäure benetzt ist, kann andere Personen durch direkten Kontakt oder durch Salpetersäuredämpfe oder -rauch gefährden.
- Salpetersäure und seine Dämpfe oder Rauch führen schnell zu Verätzungen bei Kontakt mit Geweben wie Augen, Haut und obere Atemwege und verursachen Symptome wie Reizungen, Brennen, Husten, Engegefühl in der Brust und Atemnot. Bronchospasmus und ein toxisches Lungenödem (Atemnot, Zyanose, Auswurf, Husten) können auftreten.
- Das Verschlucken von Salpetersäure kann schwere Verätzungen an Lippen, Mund, Rachen, Speiseröhre und Magen bewirken.
- Ein spezifisches Antidot ist nicht bekannt. Die Behandlung richtet sich nach dem Ausmaß der Exposition und der Beschwerden.

Inhalt

1. Informationen zur Substanz	3
2. Exposition	3
2.1. Einatmen	3
2.2. Haut-/Augenkontakt	3
2.3. Verschlucken	3
3. Akute gesundheitliche Wirkungen	3
3.1. Blut	3
3.2. Atemwege	3
3.3. Hautkontakt	3
3.4. Magen-Darm-Trakt	4
3.5. Niere	4
3.6. Augenkontakt	4
3.7. Mögliche Folgen	4
4. Maßnahmen	4
4.1. Selbstschutz der Helfer	4
4.2. Rettung	4
4.3. Reinigung	5
4.4. Initiale Behandlung (präklinisch oder klinisch)	5
4.5. Weiteres Vorgehen und Behandlung	6
4.6. Entlassung des Patienten / Anweisungen für das weitere Verhalten	6
5. Literaturangaben	8

1. Informationen zur Substanz

Salpetersäure (HNO₃, CAS 7697-37-2)

Bei Raumtemperatur ist Salpetersäure eine farblose bis gelbe oder braunrote Flüssigkeit mit einem stickigen Geruch. Die Färbung hängt ab von der Konzentration von Stickoxiden, insbesondere Stickstoffdioxid, das bei Lichteinwirkung gebildet wird. Diese sogenannte rauchende Salpetersäure entwickelt auch unterhalb des Siedepunktes von 83 °C rotbraune Dämpfe aus Stickoxiden und Salpetersäure. Salpetersäure kann auch bei einer photochemischen Reaktion im Smog aus Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen gebildet werden. Salpetersäure selbst ist nicht entzündlich, kann aber bei anderen Materialien die Entzündbarkeit erhöhen oder ihre spontane Verbrennung bewirken. Salpetersäure ist in Wasser löslich.

Salpetersäure wird bei der Herstellung von Düngemitteln, Munition und Sprengstoffen, Pflanzenschutzmitteln, Farbstoffen und Medikamenten eingesetzt, vor allem bei der Herstellung organischer und anorganischer Nitrate. Sie findet auch Verwendung beim Ätzen und Reinigen von Metallen sowie bei der Galvanisierung.

2. Exposition

2.1. Einatmen

Der Geruch und der Reizeffekt von Salpetersäure haben eine deutliche Warnwirkung vor akut gefährlichen Konzentrationen.

2.2. Haut-/Augenkontakt

Direkter Kontakt nasser oder feuchter Haut mit flüssiger Salpetersäure, konzentrierten Dämpfen oder Rauch bewirkt schwere Verätzungen. Salpetersäure wird durch die Haut kaum aufgenommen.

2.3. Verschlucken

Verschlucken von Salpetersäure kann zu schweren Verätzungen an Lippen, Mund, Rachen, Speiseröhre und Magen führen.

3. Akute gesundheitliche Wirkungen

3.1. Blut

Nur nach einer sehr ausgeprägten Exposition kann eine Methämoglobinämie auftreten, allerdings gewöhnlich nur in einem Ausmaß, das keine spezifische Behandlung erfordert. *Für weitere Informationen über die Therapie der Methämoglobinämie siehe BASF CEMG Professional für Anilin.*

3.2. Atemwege

Die Exposition gegenüber Salpetersäure bewirkt gewöhnlich eine Trockenheit von Nase und Rachen sowie Husten. Die Inhalation sehr hoher Konzentrationen kann zu einem Bronchospasmus und schließlich zu einer Obstruktion der Atemwege und zum Tod führen. Die Entwicklung von Atembeschwerden mit Engegefühl in der Brust und eines toxischen Lungenödems (Atemnot, Zyanose, Auswurf, Husten) kann noch mit einer Verzögerung von über 24 Stunden erfolgen.

3.3. Hautkontakt

Tiefe Verätzungen von Haut und Schleimhäuten können durch den Kontakt mit konzentrierter Salpetersäure erfolgen; manchmal verfärbt sich die Haut dabei gelb. Der Kontakt mit weniger konzentrierten Dämpfen oder Rauch der Salpetersäure kann zu brennenden Schmerzen, Rötung und Entzündungen führen.

3.4. Magen-Darm-Trakt

Bauchschmerzen, Übelkeit und Erbrechen können vorkommen. Im Falle des Verschluckens kann eine diffuse Verätzung der Schleimhaut den gesamten Gastrointestinaltrakt betreffen.

3.5. Niere

Störungen des Säure-Basen-Status und ein akutes Nierenversagen können auftreten.

3.6. Augenkontakt

Schwere Augenverätzungen mit einer Trübung der Augenoberfläche bis hin zu einer Penetration des Augapfels mit nachfolgender Erblindung können aus der Einwirkung von flüssiger Salpetersäure resultieren. Niedrige Konzentrationen des Dampfes oder Rauches verursachen schmerzhafte Missempfindungen, krampfhaftes Blinzeln oder unbeabsichtigtes Schließen der Augenlider, Rötung und Tränenfluss.

3.7. Mögliche Folgen

Haut-, Augen- und Schleimhautschädigungen, die durch Salpetersäure-Verätzungen verursacht wurden, können irreversibel sein, z.B. Gangrän, Blindheit oder Ösophagusstenosen. Nach Inhalation kommt es üblicherweise zu einer vollständigen Wiederherstellung; in einzelnen Fällen können Symptome und Einschränkungen der Lungenfunktion persistieren. Permanente restriktive und obstruktive Lungenerkrankungen können nach bronchiolärer Schädigung zurückbleiben. Eine Zerstörung von Lungengewebe oder eine Narbenbildung kann zu einer chronischen Dilatation von Bronchien und zu einer erhöhten Suszeptibilität gegenüber Infektionen führen. Die chronische oder länger dauernde Einwirkung hat möglicherweise ein erhöhtes Risiko von Gelbverfärbung oder Erosion der Zähne zur Folge.

4. Maßnahmen

4.1. Selbstschutz der Helfer

Wenn der Verdacht besteht, dass der Bereich, den der Helfer betreten muss, möglicherweise gefährliche Konzentrationen von Salpetersäure enthält (siehe unten), müssen ein Umluft unabhängiges Atemschutzgerät und ein Chemieschutzanzug getragen werden. Kontaminierte Ausrüstung darf nicht benutzt werden.

Ein Patient, der selbst oder dessen Kleidung mit Salpetersäure benetzt ist, kann andere Personen durch direkten Kontakt oder durch Salpetersäuredämpfe oder -rauch gefährden.

4.2. Rettung

Patienten sollten unmittelbar aus dem Gefahrenbereich entfernt werden. Falls sie nicht in der Lage sind selbstständig zu gehen, sollten sie zügig mit geeigneten Mitteln unter Beachtung des Eigenschutzes aus dem Gefahrenbereich verbracht werden. Absoluten Vorrang hat dann das "A, B, C-Schema".

- A) Atemwege freimachen** (auf Blockade durch Zunge oder Fremdkörper achten)
- B) Beatmung** (Atmung des Patienten überprüfen, ggf. Beatmung mit ausreichendem Selbstschutz, z. B. Atemmaske, beginnen)
- C) Circulation** (Beginn der Wiederbelebung bei jeder Person, die nicht auf Ansprache reagiert und keine normale Atmung hat)

„CRASH“-Dekontamination

- Mit Salpetersäure kontaminierte, bewusstlose oder bewegungsunfähige Patienten (kritisch erkrankte/verletzte Patienten gemäß ABCDE-Schema) unter Eigenschutz mit dafür geeigneter persönlicher Schutzausrüstung aus dem unmittelbaren Gefahrenbereich retten
- Falls erforderlich Notfallmaßnahmen durchführen („Basic Life Support“; z.B. Blutungskontrolle mittels Tourniquet, Herzdruckmassage etc.)

- An geeigneter Stelle außerhalb des Gefahrenbereichs den kontaminierten Patienten unter Beachtung des Eigenschutzes komplett mittels Notfall-Rettungsmesser entkleiden (Dauer: ca. 1 Minute)
- Duschen/Abstrahlen mit viel Wasser (Dauer: ca. 1 Minute)
- Umlagerung auf sauberes Tragetuch. Auf Wärmeerhalt achten
- Transport/Übergabe an den Rettungsdienst/Notarzt (Dauer: ca. 1 Minute)

4.3. Reinigung

Wenn möglich, sollten die Patienten bei ihrer eigenen Reinigung mithelfen. Kam es zu einer Einwirkung von flüssiger Salpetersäure und ist die Kleidung verunreinigt, muss diese entfernt und sicher eingepackt werden.

Sollten die Augen Salpetersäure ausgesetzt gewesen sein oder Augenreizungen vorliegen, muss mit Wasser oder neutraler Kochsalzlösung über mindestens 15 Minuten gespült werden. Sollte die Augenspülung durch krampfhaften Lidschluss behindert sein, kann die Anwendung einer Lokalanästhetikum-Lösung (z.B. Lidocain, Oxybuprocain) erwogen werden. Vorhandene Kontaktlinsen - soweit ohne zusätzliche Gefahr fürs Auge möglich - entfernen.

Betroffenen Haut- und Haarpartien mit Wasser über mindestens 15 Minuten spülen. Augen während des Spülens schützen.

4.4. Initiale Behandlung (präklinisch oder klinisch)

Empirische Therapie; kein spezifisches Antidot verfügbar.

Die folgenden Maßnahmen werden empfohlen, falls die Expositionskonzentration 10ppm oder mehr beträgt, falls Symptome, z. B. Reizungen der Augen oder pulmonale Symptome, vorhanden sind oder falls keine Expositionskonzentration abgeschätzt werden kann, aber eine Exposition wahrscheinlich ist:

- Sauerstoffgabe
- Verabreichung von 8 Sprühstößen Beclometason (800µg Beclometasondipropionat) aus einem Dosieraerosol.

Bei Zeichen einer Verengung der Atemwege (z.B. Bronchospasmus oder Stridor)

- Vernebelung von Adrenalin (Epinephrin): 2mg Adrenalin (2ml) mit 3ml NaCl 0,9% mischen und über eine Verneblermaske inhalieren lassen
- Gabe eines β 2-selektiven Adrenozeptor-Agonisten, z.B. vier Hübe Terbutalin oder Salbutamol oder Fenoterol (ein Hub enthält üblicherweise 0,25mg Terbutalinsulfat; bzw. 0,1mg Salbutamol; bzw. 0,2mg Fenoterol); dies kann einmal nach 10 Minuten wiederholt werden.

Alternativ können 2,5 mg Salbutamol und 0,5 mg Ipratropiumbromid über eine Verneblermaske verabreicht werden.

Falls eine Inhalation nicht möglich ist, Gabe von Terbutalinsulfat (0,25 mg bis 0,5 mg) subkutan oder Salbutamol (0,2 mg bis 0,4 mg über 15 Minuten) intravenös.

Intravenöse Gabe von 250 mg Methylprednisolon (oder einer äquivalenten Steroiddosis).

Bei Zeichen eines toxischen Lungenödems (z.B. schaumiger Auswurf, feuchte Rasselgeräusche)

- CPAP-Therapie
- Intravenöse Gabe von 1000mg Methylprednisolon (oder einer äquivalenten Steroiddosis)
Bei (zunehmender) respiratorischer Insuffizienz erweitertes Atemwegsmanagement, z.B. endotracheale Intubation oder ggf. Koniotomie.

Anmerkung: Die Wirksamkeit der Gabe eines Corticosteroids ist bislang nicht in kontrollierten klinischen Studien nachgewiesen worden.

Die Exposition der Augen kann zu schweren Schädigungen führen; diese sind ebenfalls wie Verbrennungen zu behandeln. Unverzüglich einen Augenarzt konsultieren.

Anmerkung: Jede Exposition gegenüber flüssiger Salpetersäure im Gesichtsbereich muss als ernst betrachtet werden.

Im Falle des Verschluckens von Salpetersäure auf keinen Erbrechen provozieren.
Falls Zeichen oder Symptome einer Ösophagusreizung oder -verätzung vorliegen, sollte der Patient zeitnah in einem Endoskopie-Zentrum vorgestellt. Eine Endoskopie zur Bestimmung des Ausmaßes der Schädigung (Verdacht auf gastrointestinale Nekrose oder Perforation?) sollte erwogen werden.
Nur wenn eine signifikante Dosis weniger als 30 Minuten vor der endoskopischen Untersuchung des Patienten verschluckt wurde und eine Perforation ausgeschlossen werden kann, ist eine sofortige Magenspülung zu erwägen.

Patienten, die einer hohen Konzentration ausgesetzt waren oder Salpetersäure verschluckt haben, sowie Patienten ohne Expositionsmesswerte, aber mit hochgradigem Verdacht auf eine Exposition, sollten unverzüglich in ein Krankenhaus mit Intensivtherapiemöglichkeiten transportiert werden.

4.5. Weiteres Vorgehen und Behandlung

Neben Anamnese, körperlicher Untersuchung und Vitalfunktionen sollten Pulsoxymetrie, eine p.a. Thorax Röntgenaufnahme und eine Spirometrie durchgeführt werden. Routinemäßige Laborbestimmungen sollten ein großes Blutbild, Glukose und Elektrolyte einschließen. Arterielle Blutgase und Methämoglobinkonzentrationen sollten bei symptomatischen Patienten bestimmt werden, um das Ausmaß einer eventuellen Azidose oder Methämoglobinämie bestimmen zu können.

Radiologisch eindeutige Zeichen eines Lungenödems - Vergrößerung der Hili, typische, zentral betonte, fleckförmige Verschattungen im Thorax Röntgenbild - sind späte Zeichen, die oft erst 24 Stunden nach einer Exposition erkannt werden können. Das Röntgenbild ist typischerweise bei der Erstvorstellung im Krankenhaus auch nach Einatmen einer relevanten Dosis noch unauffällig.

Patienten mit möglicher Exposition bzw. mit deutlichen Beschwerden oder Symptomen sollten einen angemessenen Zeitraum nachbeobachtet und wiederholt nachuntersucht werden, bevor gesundheitliche Folgeschäden ausgeschlossen werden. Verzögert auftretende Wirkungen bei Patienten mit nur leichten, schnell abklingenden Symptomen der oberen Atemwege (leichtes Brennen oder Husten) sind unwahrscheinlich.

Wenn die Sauerstoffsättigung unter 90% fällt, sind unverzüglich die arteriellen Blutgaskonzentrationen zu überprüfen und das Thorax Röntgen zu wiederholen. Wenn die Blutgaskonzentrationen sich verschlechtern und/oder die Thorax Röntgenaufnahme Zeichen eines toxischen Lungenödems zeigt, sollte Sauerstoff über eine Maske appliziert werden. Bei sich manifestierender Verschlechterung (insbesondere bei Tachypnoe (>30/min) und gleichzeitiger Abnahme des Kohlendioxidpartialdrucks) ist eine CPAP-Therapie innerhalb der ersten 24 Stunden nach Exposition zu beginnen.

Im Falle der Entwicklung eines Lungenödems sollten Flüssigkeitsaufnahme und -ausscheidung sowie Elektrolyte engmaschig kontrolliert werden. Eine positive Flüssigkeitsbilanz ist zu vermeiden. Zur Optimierung des Flüssigkeitsmanagements ist das Legen eines Zentralvenen-Katheters in Betracht zu ziehen.

Solange Anzeichen eines Lungenödems persistieren, sollte die intravenöse Gabe von Methylprednisolon (oder eines äquivalenten Steroids) in Intervallen von 8 bis 12 Stunden fortgesetzt werden.

Eine prophylaktische Antibiotikagabe wird nicht routinemäßig befürwortet, kann aber auf der Basis der Ergebnisse von Sputumkulturen erwogen werden. Eine Pneumonie kann als Komplikation eines schweren Lungenödems auftreten.

4.6. Entlassung des Patienten / Anweisungen für das weitere Verhalten

Klinisch asymptomatische Patienten, die nur einer geringen Salpetersäure-Konzentration ausgesetzt waren und unauffällige klinische Untersuchungsbefunde und keinerlei Zeichen einer toxischen Wirkung nach angemessener Nachbeobachtungszeit zeigen, können unter folgenden Umständen entlassen werden:

-
- Informationen und Empfehlungen für Patienten mit Anweisungen für das weitere Verhalten wurden mündlich und schriftlich erteilt. Der Patient wurde aufgefordert, sich sofort in ärztliche Behandlung zu begeben, falls gesundheitliche Beschwerden auftreten.
 - Der Arzt hat den Eindruck, dass der Patient die toxischen Wirkungen von Salpetersäure kennt bzw. verstanden hat.
 - Der weiterbetreuende Arzt ist unterrichtet, so dass ein regelmäßiger Kontakt zwischen Patienten und Arzt in den folgenden 24 Stunden möglich ist.
 - Schwere körperliche Arbeit sollte in den folgenden 24 Stunden nicht erfolgen.
 - Mindestens 72 Stunden nicht rauchen und Zigarettenrauch meiden; der Rauch kann die Lungenfunktion verschlechtern.
 - Patienten mit ernststen Haut- oder Augenverletzungen sollten nach 24 Stunden erneut untersucht werden.
 - Die Spirometrie sollte nach der Entlassung in regelmäßigen Abständen wiederholt werden, bis sich die Werte auf die Ausgangswerte des Patienten vor Exposition normalisiert haben.

5. Literaturangaben

Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, Hrsg. Salpetersäure / Stickstoffoxide. Heidelberg: Jedermann-Verlag, 1987. (Merkblätter für gefährliche Arbeitsstoffe; M 014.)

Buttgereit F, Dimmeler S, Neugebauer E, Burmester GR. Wirkungsmechanismen der hochdosierten Glucocorticoidtherapie. Dtsch Med Wschr 1996; 121: 248-252.

Diller WF. Anmerkungen zum Unglück in Bhopal. Dtsch Med Wschr 1985; 110: 1749-1751.

Ellenhorn MJ, Schonwald S, Ordog G, Wasserberger J. Ellenhorn's Medical Toxicology: Diagnosis and Treatment of Human Poisoning. 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1997: 1083.

Goldfrank LR, Flomenbaum NE, Lewin NA, Weisman RS, Howland MA, Hoffman RS. Toxicologic Emergencies. 6th ed. Norwalk: Appleton & Lange, 1998: 1531.

Grant WM, Schuman JS. Toxicology of the Eye. 4th ed. Springfield: Charles C Thomas Publisher, 1993: 1045-1046.

Thiess AM, Schmitz T. Gesundheitsschädigungen und Vergiftungen durch Einwirkung von Reizstoffen auf die oberen und mittleren Atemwege. Sichere Arbeit 1969; 3/69: 11-18.

U.S. Department of Health & Human Services - Agency for Toxic Substances and Disease Registry, ed. Nitrogen Oxides. Atlanta, 1994. (Managing Hazardous Materials Incidents; vol III.)

Foncerrada G et al, Safety of Nebulized Epinephrine in Smoke Inhalation Injury, J Burn Care Res 2017;38:396–402

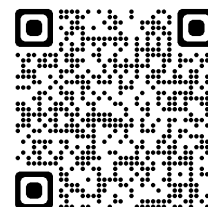
Walker PGF et al, Diagnosis and management of inhalation injury: an updated review, Critical Care (2015) 19:351

Olasveengen TM, Semeraro F, et. Al: European Resuscitation Council Guidelines 2021: Basic Life Support. Resuscitation 2021, 161: 98-114

Administrative Information

Document Type	Chemical Emergency Medical Guideline
Number of Version	DE.1.0.0
Initial Publication	01.01.2026
Next Revision	2029
Responsible Unit (Author)	ESG/CH ESG/AS
Contact Person	ESG/CH: Dr. M. Conzelmann, T. Schröck ESG/AS: Dr. D. Frambach

BASF SE
 Corporate Health Management
 Carl-Bosch-Straße 38
 67056 Ludwigshafen
 Deutschland



In diesem Dokument hat die BASF alle mögliche Sorgfalt aufgewandt, um die Richtigkeit und Aktualität der dargestellten Informationen sicherzustellen, beansprucht aber nicht, dass dieses Dokument umfassend alle diesbezüglich möglichen Situationen erfasst. Dieses Dokument ist als zusätzliche Informationsquelle für Ärzte in Krankenhäusern konzipiert und soll bei der Beurteilung des Zustands und bei der Behandlung von Salpetersäure ausgesetzten Patienten Hilfe leisten. Es ersetzt aber nicht die professionelle Beurteilung der jeweiligen Situation durch die Ärzte in Krankenhäusern und muss unter Berücksichtigung gesetzlicher Regelungen und Vorschriften sowie spezifischer, über den jeweiligen Patienten zur Verfügung stehender Informationen interpretiert werden.